مطالعه میزان ومنابع آلودگی پنیرهای سفید آب نمکی شهرستان یزد به برخی از فلزات

جلال‌صادقی‌زاده[۱]، محمد حسین عزیزی*[۲]، شایسته دادفرنیا[۳]،سیدمحمدحسینی[۴]

۱- دانش‌آموخته دوره کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی،انستیتوودانشکده علوم تغذیه وصنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- دانشیار گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۳- استاد دانشکده شیمی دانشگاه یزد

٤-استادیارگروه مهندسی شیمی صنایع غذایی،دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

در این پژوهش با توجه به عوارض ناشی از جذب رژیمی فلزات سنگین از جمله افزایش بیماریهای قلبی وعروقی، اختلال در سیستم عصبی و ایمنی، کاهش میزان بارداری، افزایش میزان مرگ ومیر کودکان واز همه مهمتر افزایش جذب خودبخودی فلزات واینکه پنیر از دسته غذاهای انتخابی برای تغذیه کودکان وسایر گروههای سنی می‌باشد، میزان و منابع آلودگی پنیرهای آب نمکی شهرستان یزد به برخی از فلزات بررسی وارزیابی شد. در این تحقیق از شیرهای ارسالی به کارخانه، آب مصرفی در فرآیند، نمک مصرفی، ظروف بسته‌بندی PS+AL (پلی‌استایرن+ فویل آلومینیوم) وپنیر، هر کدام٦ عدد و جمعاًبه تعداد ۹۰ عدد نمونه از سه کارخانهB,A و C بطور تصادفی نمونه‌برداری وآماده‌سازی نمونه‌ها جهت ارزیابی فلزات سرب، کادمیوم، آرسنیک، آهن، روی، مس وقلع به روش دوغاب (Slurry) انجام و اندازه‌گیری نهایی دو فلز آهن وروی توسط دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی شعله به روش تزریق در جریان پیوسته (FIA-AAS)[۱] وبقیه فلزات توسط دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی کوره گرافیتی(ETA-AAS)[۲] با تصحیح زمینه زیمنس انجام گرفت. قابل ذکر است که پنیرهای تولیدی سه‌کارخانه بمدت٤٥ روز در حلبهای لاک اندود و۷ روز در ظروف‌بسته‌بندی(PS+AL) زمان قرنطینه گذاری را پشت سرنهاده وسپس مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بالاترین میزان آلودگی به دو فلز کادمیوم و آهن متعلق به پنیر A و بالاترین میزان آلودگی به فلزات مس، روی وسرب متعلق به پنیرC و بالاترین میزان آلودگی به قلع وآرسنیک متعلق به پنیرB می‌باشد. ضمناً بالاترین میزان چربی، رطوبت وپروتئین به ترتیب متعلق به پنیرهای C,A و B می‌باشد. این یافته‌ها بیانگر آن است که میل ترکیبی فلزات قلع وآرسنیک به پروتئین و کادمیوم وآهن به چربی بیشتر از سایر فلزات می‌باشد. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS وآزمون‌های Scheffe،Tukey و Dunnett انجام گرفت ومیزان فلزات مذکور از حدود مجاز تعیین شده توسط FAO/WHOپایین‌تر بود. تجزیه و تحلیل های آماری نشان داد که از نظر وجود فلزات مذکور (به استثنای آهن)، بین نمونه ها اختلاف معنی داری وجود دارد و تمام مواد اولیه مصرفی نقش بسزایی در افزایش میزان فلزات پنیر دارند ($P<0.05$).

کلید واژگان: فلزات، پنیر، جذب اتمی، یزد

۱- مقدمه

شیرو فرآورده‌های آن به عنوان بخشی از رژیم غذایی انسان نقش مهمی ایفا نموده وبخش اعظمی از غذای مصرفی جوانان را به خود اختصاص می‌دهند، در این رابطه توجه به آلودگی محیط زیست در جهان ، زمینه انجام مطالعات فراوانی را در مورد بررسی راههای انتقال فلزات سنگین به درون شیر و فرآورده‌های آن را فراهم نموده است. باید خاطر نشان ساخت که گروههائی که بیشتر از همه در معرض خطر فلزات حتی در غلظت‌های کم می‌باشند ، جنین انسان و بچه‌های زیر ۷ سال هستند که در مقایسه با بزرگسالان نسبت به فلزات سنگین حساس‌تر می‌باشند و این دو گروه درصد بیشتری از فلزات موجود در رژیم غذایی را جذب می‌کنند ، چرا که مغز آنها به سرعت در حال رشد و تکامل است [۱]. حجم تولیدی ۱۸/۳ میلیون تن پنیر در سال ۲۰۰۱ میلادی بیانگر عظمت و اهمیت این فرآورده در سطح جهان می‌باشد [۲]. یکی از عواملی که فرآیند تولید پنیر را تحت تأثیر قرار داده و نهایتاً باعث آلودگی آن می‌شود

* مسئول مکاتبات: azizit_m@modares.ac.ir

1.Flow Injection Analysis Atomic Absorption Spectrometry
2.Electrothermal Atomization Atomic Absorption Spectrometry

Archive of SID
www.SID.ir

فلزات هستند که از طرق مختلف واردزنجیره غذایی می‌شوند. در میان فلزات مختلفی که از طرق رژیم غذایی دریافت ودربدن انباشته می‌شوندتنها تعداد کمی برای زندگیطبیعی ضروری می‌باشند. جذب ناقص هر یک از این ریز مغذی‌های معدنی می‌تواند آسیب‌های بیوشیمیایی سلولهای بدن را در برداشته باشد. بطور معمول اگر همه فلزات با هم مصرف شوند، در بدن تداخل کرده و با یکدیگر واکنش می‌دهند. به عنوان مثال اثرات فیزیولوژیک از جمله سمیت کادمیوم در بدن وابسته به میزان روی(Zn) می‌باشد. همچنین عملکرد آهن در سلولهای بدن تحت تأثیر دو عنصر مس وکبالت قرار می‌گیرد. شایان ذکر است که به طور معمول هنگامیکه کمبود بعضی از این ریز مغذیها به واسطه مصرف فرآورده‌های غذایی که غنی از آنها می‌باشند،علائم بالینی نیز بروز خواهند کرد. برخی از فلزات در حد چند میلی گرم در کیلو گرم می‌توانند عامل تغییرات ماده غذایی در طی فرآوری و ذخیره‌سازی باشند. کمپلکس‌هائیکه میان یون‌های فلزی و ترکیبات آلی موجود در مواد غذایی تشکیل می‌شود می‌تواند عامل توسعه رنگها باشد. مثلاً واکنش بین مس و کلروفیل II عامل رنگ سبز روشن در سبزیجات می‌باشد که با عمل پختن در محیطی که حاوی یون مس آزاد باشد، این رنگ پایدار می‌گردد. همچنین اضافه کردن سوسپانسیونی از دی اکسید تیتانیوم(قابل مصرف در مواد غذایی) به شیر بدون چربی ودیگر فرآورده‌های کم چرب شیر باعث ایجاد بافت خامه‌ای در آنها می‌گردد. آلومینیوم وقلع هم دارای اثرات رنگی برروی مواد غذایی هستند. همچنین دو فلز مس وآهن بعنوان کاتالیست در اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع عمل‌کرده وباعث توسعه طعم و بوی بد در فرآورده‌های غذایی حاوی چربی می‌شوند. با توجه به خطرات ناشی از جذب رژیمی فلزات سنگین، ارزیابی مقادیر آنها در فرآورده‌های شیر و ارائه راهکاری مناسب می‌تواند مصرف‌کنندگان را از زیانهای‌احتمالی برحذر دارد[۳].

۲- مواد و روشها

در این تحقیق ۹۰ نمونه از مواد اولیه مصرفی(شیر،آب،نمک) و ظروف بسته بندی و آب پنیر حاصل از فرآیند تولید پنیر و ۱۸ نمونه پنیر سه کارخانه B,A و C واقع در منطقه یزد بطور تصادفی و بلافاصله پس از تولید نمونه‌گیری و به شرح ذیل مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۱- اندازه گیری ویژگی‌های شیمیایی پنیر

میزان پروتئین، چربی و رطوبت پنیرطبق استاندارد های شماره ۱۷۵۳و۱۸۱۱،۷۶۰ اندازه گیری شدند.[٤]

۲-۲-اندازه گیری میزان سرب، کادمیوم، آرسنیک، روی، آهن، مس وقلع درپنیر

برای اندازه‌گیری مقادیر سرب، کادمیوم، آرسنیک، مس وقلع از اسپکترومتر جذب اتمی کوره گرافیتی Varian مدل220Z با تصحیح زمینه زیمنس وبرای اندازه‌گیری مقادیر آهن و روی از اسپکترومتر جذب اتمی شعله به روش تزریق در جریان پیوسته به منظور کاهش اثرات ماتریس استفاده گردید[۹-۵]. ضمناً برای ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی پنیر از سانتریفوژ دوازده خانه‌ای ژربر،چربی سنج (بوتیرومتر) پنیر، سیستم کامل قیف بوخنر، سیستم کجلدال، بن ماری جوش وآون ۱۰۲ درجه سانتی گراد استفاده گردید.

۲-۳- روش آماده سازی نمونه ها

آماده سازی نمونه‌ها جهت ارزیابی فلزات سرب، مس، کادمیوم، آرسنیک، روی، مس، آهن وقلع به طریقه دوغاب(Slurry) می‌باشد. بدین صورت که ابتدا یک گرم نمونه هموژن شده را در لوله‌های پلی‌اتیلن درب پیچ‌دار که قبلاً توسط اسید نیتریک ٦٥٪ شستشو داده شده است توزین وسپس ۱۰ گرم دی‌اکسید زیرکونیوم و۱۰cc محلول تریتون x-۱۰۰ یک درصد به آن اضافه می‌کنیم. لوله‌ها بمدت ۳۰دقیقه تکان داده شده وپس از آن با استفاده از قیف بوخنر وسیستم خلاء دی‌اکسید زیرکونیوم جداسازی و چند قطره امولسیون ضد کف سلیکون ۳۰٪ به آن اضافه می‌شود تا نمونه دوغاب آماده شود. در نهایت نمونه دوغاب بدست آمده را در بالون ژوژه ۱۰cc با آب دیونیزه به حجم می‌رسانیم وبعد از آماده سازی شرایط دستگاه طبق دستورالعمل کارخانه سازنده نمونه‌های دوغاب شده را موردارزیابی قرار می‌دهیم. قابل‌ذکر است‌که نتایج روش هضم مرطوب به وسیله HNO_3- $HClO_4$-H_2O_2 جهت تجزیه کامل ماتریس و به دنبال آن DPCSV[1] که توسط Karadjovaدرسال ۲۰۰۰ میلادی ارائه‌شده است[۵] و روش سریع و مستقیمی که شامل قراردادن نمونه های دوغاب در محیطی شامل هیدورژن پراکسید، اسیدنیتریک، فسفات دی هیدروژن و اتانول می باشد که توسط Vinasو همکاران در سال ۱۹۹۹ ارائه شده است با نتایج این روش قابل مقایسه می‌باشد[۸].

1. Differential Pulse Cathodic Stripping Voltammetry

Archive of SID
www.SID.ir

٢-٤- تجزیه و تحلیل آماری

بـا اسـتفاده از نـرم‌افـزار SPSS و انجـام آزمـون‌هـای Tukey ، Scheffeو Dunnett صورت پـذیرفت. سـپس همبسـتگی میـان متغیرهای وابسته (فلزات) و مستقل (پروتئین، چربی و رطوبت پنیر) تعیین گردید.

جدول ١ ویژگی‌های شیمیایی پنیرکارخانه‌های A, B, C بر حسب گرم درصد

	رطوبت			چربی			پروتئین		
نمونه پنیر	A	B	C	A	B	C	A	B	C
١	٥٣/٩B	٥٣/٩B	٥٦A	١٩A	١٩A	١٦B	١٦/٣٣D	١٦/٣٣D	١١/٧A
٢	٥٤/٤C	٥٤/٤C	٥٦/٥B	١٩A	١٩A	١٦B	١٦/٠٣C	١٦/٠٣C	١٣/٦C
٣	٥٢/٤A	٥٢/٤A	٥٦/٦B	١٩/٥B	١٩/٥B	١٧C	١٥/٤٥B	١٥/٤٥B	١٢/٤B
٤	٥٦D	٥٦D	٥٧/٩C	١٩A	١٩A	١٦B	١٤/٥A	١٤/٥A	١٢/٥٢B
٥	٥٤C	٥٤C	٥٦/٨B	٢٠C	٢٠C	١٤A	١٦/٢CD	١٦/٢CD	١٢/٤B
٦	٥٣/٧B	٥٣/٧B	٥٥/٦B	٢٠C	٢٠C	١٧C	١٥/٧٨BC	١٥/٧٨BC	١٣/٣C

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین نمونه ها در سطح ($P<0.05$) است.

جدول ٣ آزمون دانت جهت ارزیابی اختلاف میانگین فلزات موجود در نمونه های مواد اولیه با پنیر

فلز	نمونه	شیر	آب	نمک	ظروف	آب پنیر
سرب	اختلاف میانگین	* -١٢/٦٥	* -١٦/٢٠	* -١٠/٢٣	* ١١/٤٣٠	* -١١/٤٧
	خطای استاندارد	٠/٧٢٥	٠/٧٢٥	٠/٧٢٥	٠/٧٢٥	٠/٧٢٥
	سطح معنی دار	٠	٠	٠	٠	٠
کادمیوم	اختلاف میانگین	٠/١٠٨	٠/٠٧٢	* ٠/٩٩٩	* ١٠/٧١١	٠/١٦٤
	خطای استاندارد	٠/٢٠٥	٠/٢٠٥	٠/٢٠٥	٠/٢٠٥	٠/٢٠٥
	سطح معنی دار	٠/٩٦٧	٠/٩٩٦	٠/٠٠١	٠	٠/٨٨٧
آرسنیک	اختلاف میانگین	٠/٣٧٦	-١/٠٩٦	٠/٧٠٣	* ٢٣٥/٨٣	-٠/٨٦٦
	خطای استاندارد	٦/٦٠٢	٦/٦٠٢	٦/٦٠٢	٦/٦٠٢	٦/٦٠٢
	سطح معنی دار	١	١	١	٠	١
مس	اختلاف میانگین	* ١٤/٨٤٦	-٢/١٣٦	* -١٧/٨٥	* ٧٨/٨٠٦	-٣/٨٩٦
	خطای استاندارد	٢/٥١٧	٢/٥١٧	٢/٥١٧	٢/٥١٧	٢/٥١٧
	سطح معنی دار	٠	٠/٨٦٢	٠	٠	٠/٤١٩
قلع	اختلاف میانگین	-١٤/٩٧٨	-١٥/٢٦٨	* ٢٧٠/٧٦	-٨/٥٢٣	--
	خطای استاندارد	٥/٥٢١	٥/٥٢١	٤/٩٣٨	٤/٩٣٨	--
	سطح معنی دار	٠/٠٥٨	٠/٠٥٣	٠	٠	--
آهن	اختلاف میانگین	٠/٢٥٩	٠/٦١٨	٢١٩/٣٨٤	١٥/٧٥٨	٠/١٩٢
	خطای استاندارد	١٢٦/٠١٥	١٢٦/٠١٥	١٢٦/٠١٥	١٢٦/٠١٥	١٢٦/٠١٥
	سطح معنی دار	١	١	٠/٣١٦	١	١
روی	اختلاف میانگین	-٠/٠٦٤	* -٠/١٢٣	* ٠/١٤٨	* ٠/٩٦٦	* -٠/١٢٩
	خطای استاندارد	٠/٠٢٦	٠/٠٢٦	٠/٠٢٦	٠/٠٢٦	٠/٠٢٦
	سطح معنی دار	٠/٠٨٩	٠/٠٠١	٠	٠	٠

* معنی دار بودن اختلاف در سطح ($P<0.05$)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ میزان فلزات اندازه گیری شده در نمونه های سه کارخانه A/B/C

نمونه	فلز	سرب	کادمیوم	آرسنیک	مس	قلع	آهن	روی
شیر	A	۱۲/٤۰ ±۰/۳۹٤	۰/۳۲٤ ±۰/۰۰۹	۰/۹۰ ±۰/۰۲٤	۱/۲۰ ±۱/۲۰۷	۰/۸۹۰ ±۰/۰۲۸	۱/٦٦٦ ±۰/۰٤۳	۰/۲۷۱ ±۰/۰۰۸
	B	۱۲/۷۸۰ ±۰/٤۱۸	۰/٤۵۷ ±۰/۰۱٤	۳/٤۳۰ ±۰/۱۰۸	٦۲/٦۸۰ ±۱/۹٤۱	ND	۰/۲٦۳ ±۰/۰۰۷	۰/٤۸٤ ±۰/۰۱٤
	C	۱۱/۱٦۰ ±۰/۳٤۲	۰/٤٤۷ ±۰/۰۰۹	۲/٦٦۰ ±۰/۰۷٦	۱۱/٤۱۰ ±۰/۳۳۹	۰/٦٤۰ ±۰/۰۱۹	۰/۳۸۸ ±۰/۰۰۹	۰/۲۷۱ ±۰/۰۰۸
آب	A	۱۰/٦۸۰ ±۰/۲۲۳	۰/٤٦۳ ±۰/۰۰۸	۰/۵۱۰ ±۰/۰۰۹	٤۱/۸۰۰ ±۰/۹۵۸	ND	۰/۲۸۸ ±۰/۰۰٤	۰/۳۵٤ ±۰/۰۰۸
	B	۳/۵۹۰ ±۰/۰۷۰	۰/۲۰۸ ±۰/۰۰۲	۰/۱٤۰ ±۰/۰۰۱	۱۵/۳۳۰ ±۰/۳۳۳	۰/۵۵۰ ±۰/۰۰۹	۲/۵٤۳ ±۰/۰٤۳	۰/۲٤۳ ±۰/۰۰٤
	C	۱۱/٤٤۰ ±۰/۲٤۸	۰/٤٤۹ ±۰/۰۰۸	۱/۹۲۰ ±۰/۰۳۱	۹/۲۱۰ ±۰/۱۷۸	۰/٤۰۰ ±۰/۰۰۷	۰/۵٦۳ ±۰/۰۰۹	۰/۲۵۳ ±۰/۰۰٤
نمک	A	٤/۳۲۰ ±۰/۲۱۹	۱/۳۰۹ ±۰/۰٦۲	۰/۰۵۹ ±۰/۰۰۲	۹/٤٦۰ ±۰/٤۹۹	۲۳۸/۱۲۰ ±۱٤/۰٤۸	٦۵٦/۲۰۹ ±۹۲٦/۰۱۳	۰/۵۱۲ ±۰/۰۳۱
	B	۲۰/۹۳۰ ±۱/۱۰۷	۰/۸۱۰ ±۰/۰۳۱	۱/۵۳۰ ±۰/۰۸۹	۵/۷۳۰ ±۰/۳۳۹	۲۷۵/۳۵۰ ±۱٦/۵۲۰	۱/۲٦۵ ±۰/۰٦۲	۰/٦۸۸ ±۰/۰۳۱
	C	۱۸/۳۵۰ ±۰/٦۸۸	۱/۷۸۱ ±۰/۰۹۸	٦/۳۸۰ ±۰/۳۸٦	٤/۰۱۰ ±۰/۲۲۷	۳٤٦/۰٤۰ ±۲۱/۷۹۸	۲/۲۱۸ ±۰/۱۳۲	۰/٤٦٦ ±۰/۰۲٤
ظروف	A	۵٤/۹۷۰ ±۳/۷۳۹	۸/۰۰۵ ±۰/۵٤۱	٦٦۳ ±٤۸	۱۲/۷۰۰ ±۰/۷۷۲	۱۹/۸۱۰ ±۱/۳٤٦	۳۹/۲۲۳ ±۲/۹۰۰	۲/۰٤۰ ±۰/۱۵٤
	B	۲۸/۵۱۰ ±۱/۸۸۰	۱۹/۷۰۰ ±۱/۳۵۷	۳/۰٤۰ ±۰/۲۰۳	۳۵/۳٤۰ ±۲/۲۲٤	۰/۰۸۰ ±۰/۰۰۲	۷/۱۸۰ ±۰/٤۹۳	۰/۹۲۹ ±۰/۰٦۲
	C	۲۵/۱۲۰ ±۱/٦۳۰	۵/۳۳۳ ±۰/۳٤۲	٤۷/۳۱۰ ±۳/۳۵۸	۲٦۱/۱۳۰ ±۱۸/۰۱۵	۱/۷۷۰ ±۰/۱۰۸	۱٤/٤۱۱ ±۱/۰۳۵	۱/۱۵۱ ±۰/۰۷٦
آب پنیر	A	۱۲/۹۵۰ ±۰/۲۸۲	۰/٦۰٤ ±۰/۰۰۹	۱/٦۳۰ ±۰/۰٤۳	۲۲/٦۱۰ ±۰/۵٤۰	ND	۱/۰٤۰ ±۰/۰۳۱	۰/۳۰۸ ±۰/۰۰۸
	B	۹/۲۹۰ ±۰/۱۹۳	۰/٤۱٦ ±۰/۰۰۸	۰/٤٦۰ ±۰/۰۰۹	۳۰/۲۰۰ ±۰/۷۵۳	ND	۰/٦۸۹ ±۰/۰۱۹	۰/۳۰۸ ±۰/۰۰۸
	C	۱۷/٦٤۰ ±۰/٤۰٤	۰/۳۷۵ ±۰/۰۰۵	۱/۱۷۰ ±۰/۰۳۱	۸/۲۵۰ ±۰/۱٦٦	ND	۰/۳۸۸ ±۰/۰۰۹	۰/۲۱٦ ±۰/۰۰٤
پنیر	A	۱۱/۹٤۰ ±۰/۵٤۷	۰/۳۵۳ ±۰/۰۱٤	۱/٤۳۰ ±۰/۰٦۲	۱۸/۳۷۰ ±۰/۸۷۹	۳/٤۵۰ ±۰/۱۵٤	۰/۸۳۹ ±۰/۰۳۱	۰/۳۵٤ ±۰/۰۱٤
	B	۱۸/۷٦۰ ±۰/۸۷۳	۰/۲٦۵ ±۰/۰۰۹	۲/٤۸۰ ±۰/۱۲۵	۲۵/۹٤۰ ±۱/۲۹٦	۳۹/۸۷۰ ±۱/۹۵۱	۰/٤۱۳ ±۰/۰۱۹	۰/۳۳٦ ±۰/۰۱٤
	C	٤۳/٦۱۰ ±۲/۱۳۵	۰/۲۸۵ ±۰/۰۰۲	۱/۹۵۰ ±۰/۰۸۹	۲۸/٤٤۰ ±۰/٤٤۹	۳/۹۱۰ ±۰/۱۷۸	۰/۲۸۸ ±۰/۰۰۹	۰/۵۳۰ ±۰/۰۰۵

Archive of SID
www.SID.ir

٣- نتایج وبحث

٣-١- آزمایشهای شیمیایی انجام شده عبارت است از تعیین میزان چربی، رطوبت وپروتئین که به ترتیب با روشهای استاندارد شماره ٧٦٠و١٧٥٣و١٨١١ روی نمونه‌ها انجام شده که میانگین نتایج پس از سه بار تکرار در جدول شماره (١) گزارش شده است[٤].

٣-٢- میانگین و انحراف استاندار فلزات سرب، کادمیوم، آرسنیک، مس، قلع، روی وآهن نمونه‌ها به ترتیب در جدول شماره ٢ گزارش شده است. آزمون دانت جهت ارزیابی اختلاف میانگین فلزات موجود در نمونه های مواد اولیه با پنیر در جداول شماره ٣ آمده‌است.

٣-٢- ١ - سرب

تحلیل‌های آماری نشان داد که بین میزان سرب نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد و تمام مواد اولیه مصرفی نقش بسزایی در افزایش سرب پنیر دارند و مقداری از سرب بواسطه آب پنیر از محصول نهایی خارج می‌شود($P < ٠/٠٥$)، همچنین دو آزمون Tukey و Duncan مشخص کرد که عمده‌ترین عامل افزایش سرب پنیر عبارتند از: ظروف بسته‌بندی، نمک، شیر وآب. البته با توجه به اینکه تهیه نمونه دوغاب ظروف بسته‌بندی توسط هضم اسیدی (اسیدنیتریک٦٥٪) و حرارت صورت گرفته است بعید به نظر می‌رسد که طی مدت زمان کوتاه نگهداری پنیر در ظروف پلی‌استایرن با فویل آلومینیوم، این ظروف بتوانند سهم بسزایی در افزایش سرب پنیر داشته باشند. قابل ذکر است که میزان سرب نمونه‌های پنیرC,B,A در گستره مجاز قرار داشت. بطوریکه از حداکثر میزان سرب پنیر طبق کدکس ترکیه وآلمان ($200,500\ \mu g kg^{-1}$) و همچنین از حداکثر دریافتی روزانه قابل تحمل یعنی ٢١٥ ppb به ازای ٦٠ کیلوگرم وز ن بدن پایین‌تر بود [١٠]. اما میزان سرب پنیر کارخانهC (٤٣/٦١ppb) از حداکثر میزان سرب شیر، طبق اظهارنظر کمیسیون اتحادیه اروپا(٢٠ppb) بالاتر می‌باشد. همچنین بین میزان رطوبت و سرب پنیر در سطح ٠/٠١ (سطح اطمینان ٩٩٪) رابطه مستقیم و همبستگی مثبت مشاهده شد. قابل ذکر است که نتایج گزارش شده توسط Demirozu و همکاران در سال ٢٠٠٠ میلادی با نتایج این تحقیق از جمله افزایش میزان فلزات بویژه سرب در طی تبدیل شیر به پنیر سفید مطابقت دارد [٦].

٣-٢-٢- کادمیوم

بررسی های آماری نشان داد که بین میزان کادمیوم نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد وآزمون Dunnett مشخص کرد که نمک وظروف بسته‌بندی به ترتیب عمده‌ترین عامل افزایش کادمیوم پنیر می‌باشند. در این تحقیق میزان کادمیوم نمونه‌های پنیر از حداکثر دریافتی روزانه قابل تحمل یعنی ٦٦/٦ppb به ازای ٦٠ کیلو گرم وزن بدن پایین‌تر بود [٩]. باید خاطر نشان ساخت که نتایج این تحقیق با نتایج گزارش شده توسطMilhaud و Mehennaoui درسال ٢٠٠٠ میلادی از جمله احتمال انتقال کادمیوم از ظروف و اقلام پلاستیکی به شیر و فرآورده‌هایآن مطابقت دارد [٧].

٣-٢-٣- آرسنیک

آزمون Dunnett مشخص کرد که عمده‌ترین عامل افزایش آرسنیک پنیر، ظروف بسته‌بندی می‌باشد. در این تحقیق میزان آرسنیک نمونه‌های پنیر از حداکثر مقدار موجود یعنی ٣ppb [٢] و از مقدار جذب هفتگی قابل تحمل یعنیppb ١٥ به ازای هر کیلو گرم از وزن بدن پایین تر بود [٩] . همچنین بین میزان رطوبت وآرسنیک پنیر در سطح ٠/٠٥ (سطح اطمینان٩٥٪) همبستگی مثبت و بین میزان چربی وآرسنیک پنیر درسطح٠/٠١ همبستگی منفی مشاهده شد.

٣-٢-٤- روی

تفسیر آماری نشان داد که ظروف بسته‌بندی، نمک وآب به ترتیب مهمترین عوامل افزایش دهنده میزان روی پنیر می‌باشند. دراین مطالعه میزان روی نمونه‌های پنیر به مراتب از حداکثر دریافتی روزانه قابل تحمل یعنیppm ٦٣/٣ به ازای ٦٠ کیلو گرم از وزن بدن پایین‌تر بود[١٠]. با توجه به اینکه مقدار توصیه شده مجاز روزانه روی، ١٠mg برای کودکان و ١٥mg برای بالغین است، لذا پنیر یکی از منابع مهم تأمین کننده روی به شمار می‌رود. قابل ذکر است که بین میزان روی و رطوبت پنیر در سطح ٠/٠٥ همبستگی مثبت و بین میزان روی وچربی پنیر درسطح ٠/٠٥ همبستگی منفی و بین میزان روی و پروتئین در سطح ٠/٠١ همبستگی منفی مشاهده شد.

٣-٢-٥-قلع

تجزیه وتحلیل داده های آماری نشان داد که بین میزان قلع نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد وعمده‌ترین عامل افزایش قلع پنیر، نمک می‌باشد. در این تحقیق صرفاً بین میزان قلع وپروتئین پنیر در سطح٠/٠١ همبستگی مثبت مشاهده شد. به نظر می رسد اختلاف فاحش میزان قلع پنیر B نسبت به دو پنیر A و C بعلت متفاوت

Archive of SID
www.SID.ir

بودن نوع لاک مصرفی حلب های نگهداری پنیر در زمان قرنطینه گذاری باشد.

۳-۲-٦- آهن

طبق آزمون‌های‌آماری، مشخص شدکه بین میزان آهن نمونه‌هااختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($p > ۰/۰۵$). در این مطالعه میزان آهن نمونه‌های پنیر به مراتب از حداکثر دریافتی روزانه قابل تحمل یعنی ٤٤/٤ppm پایین‌تر بود[۹]. همچنین بین میزان آهن ورطوبت پنیر در سطح ۰/۰۱ همبستگی منفی وبین میزان آهن وچربی پنیر درسطح ۰/۰۱همبستگی‌مثبت مشاهده شد. با توجه به اینکه یکی از نقشهای آهن در بدن انتقال الکترون و متابولیسم انرژی است و از این نظر آهن یکی از ریزمغذی‌های مفید و ضروری برای بدن می‌باشد، لذا با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می رسد مصرف پنیر می تواند تا حدی از عوارض ناشی از کمبود آهن در بدن جلوگیری نماید[۱۱].

۳-۲-۷- مس

بررسی های آماری نشان داد که بین میزان مس نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد($p < ۰/۰۵$). همچنین آزمونDunnett مشخص نمود که عمده‌ترین عوامل افزایش مس پنیر به ترتیب عبارتنداز: ظروف بسته‌بندی، نمک وشیر. در این تحقیق میزان مس نمونه‌های پنیر به مراتب از حداکثر دریافتی روزانه قابل تحمل یعنی۳/۵ppm به ازای ٦۰ کیلو گرم از وزن بدن پایین‌تر بود[۹]. قابل ذکر است که بین میزان مس و رطوبت پنیر در سطح ۰/۰۱ همبستگی مثبت وبین میزان مس وچربی پنیر در سطح ۰/۰۱ همبستگی منفی مشاهده گردید.

٤- منابع

[۱] دادفرنیا، ش، حاجی‌شعبانی، ع، سلمانزاده، ع، حجت، پ. ۱۳۸۳. بررسی و اندازه‌گیری میزان سرب وکادمیوم در شیر مادران شیرده یزد، دانشگاه یزد.

[۲] میرنظامی ضیابری، ح. ۱۳۸۲. فن‌آوری شیر و فرآورده‌های آن، چاپ اول، نشر علوم کشاورزی تهران، ۳۵۹.

[3] Conor, R., 2002. Metal Contamination of food. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 12-40

[٤] موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران, استاندارد های شماره ۷٦۰،۱۸۱۱و۱۷۵۳

[5] Karadjova, I., Girousi, S., Iliadou, E and Stratis, I. 2000. Determination of Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb in milk, cheese and chocolate, Mikrochimicu Acta; 134(3/4) 185-191

[6] Demirozu, Io, 2000. Variation in some heavy metals during the Production of white cheese, International Journal of Dairy Technology; 53 (3) 96-99

[7] Milhaud, G and Mehennaoui, S. 2000. Contamination of dairy products with cadmium. Industries Alimentaires et Agricoles; 117(2/3)21-23

[8] Vinas, P., Pardo, MM, Campillon, N and Hernandez CM.1999. Fast determination of lead and copper in dairy products by graphite furnace atomic absorption spectrometry, Journal of AOAC International; 83 (2) 368-373

[9] Yuzbasi, N., Sezgin, E. 2003. Survey of lead, cadmium, iron, Copper and zinc in kasar cheese, Food Additives and Contaminant; 20(5) 464-469

[۱۰]- میرنظامی ضیابری، ح.۱۳۷۸. ازشیر چه می‌دانید؟ چاپ دوم، نشر علوم کشاورزی تهران، صفحه ۲٦۲.

[11] Beard, JL., 2001. Iron biology in immune function, muscle metabolism, and neuronal Journal of Nutrition; 3, 568-580

Archive of SID
www.SID.ir